

Amorphous Selenium의 광도전특성을 이용한 의료용 X선의 kVp 변화에 따른 선량 측정분석

조승열, 최준영, 임종덕, 남상희
인제대학교 보건대학 의용공학과

Measurement and Analysis of X-ray dosage change by variable kVp using the Photoconductive Property of Amorphous Selenium

S. Y. Cho, J. Y. Choi, C. D. Lim, S. H. Nam
Department of Biomedical Engineering, College of Health, Inje University

ABSTRACT

This research is the basical experiment for designing kVp meter using the photoconductive property of Amorphous Selenium. At first, we charged the surface with Arc discharge method, and changed the formed surface potential voltage by x-raying on that surface. As a result the variations of the surface charge increased by the rising kVp, while maintaining a constant exposure time and mA. We become to know that we can apply the photoconductive property of Amorphous Selenium in designing kVp meter.

서론

현대 방사선 의학의 기원은 1895년 Roentgen이 X-선을 발견한 이후 Snook 변압기와 Coolidge 관이 결합되어 사용된 후 부터라고 말할 수 있다. 그

때 비로서 kVp와 mA 단위의 존재성이 인식되었다.[1] 이런 kVp와 mA의 인식은 방사선량을 필요에 따라 외부적으로 보다 간편하게 조절할 수가 있었다. 의료용 X-선발생 장치는 질병의 초기 및 최종 진단의 목적으로 활용되며, 이러한 X-선 발생장치는 사용이 간편하며, 성능이 양호하고 인체에 유해한 피폭선량을 최소화하면서 최대의 의료정보를 제공할 수 있어야 한다.[2] 이러한 요건은 방사선량의 제어에 밀접한 관계를 가지고 있다. 방사선량의 제어가 저하된다는 것은 X-선 발생장치가 노후와 기기적인 오류 등에 관계가 있다. 이러한 장애는 진단정보의 질이나 피폭에 대한 안정성을 감소시킴으로 선량의 calibration이 필요로 하게 된다. calibration을 하기 위해서는 현재 임상에 적용되어지고 있는 X-선발생 장치의 선량을 먼저 측정해야 하며, 이후에 요구에 맞는 선량으로 calibration을 행한다. 본 논문은 Amorphous Selenium의 광도전특성을 이용한 방사선량측정의 기초적인 연구로 kVp의 변화에 따른 a-Se의 표면전위를 측정, 분석함으로써 kVp meter 설계의 가능성을 제시하고자 한다.

방 법

광도전체는 빛이 차단된 상태에서 높은 저항을 갖는다. 이러한 높은 저항은 고전압의 Arc방전 장치를 통해 발생하는 전하를 알맞은 길이의 시간으로 Amorphous Selenium의 표면에 유지시킬 수가 있다. 본 실험에 사용되어지는 Amorphous Selenium은 높은 DQE (Detective Quantum Efficiency)와 높은 SNR을 가지므로[3][4] Arc방전을 통하여 대전이 된 a-Se의 표면전위의 검출이 용이하다. Arc 방전이 일정한 시간으로 가해지게 되면 a-Se의 표면은 균일한 양전하를 가지게 된다. 이 균일한 양전하는 a-Se가 에너지 (빛, X-선)를 받지않는 상태에서는 표면의 대전 전압을 잃지 않지만 에너지를 외부로부터 받게 되면 a-Se는 저항이 낮아져 도체로서의 역할을 하게 된다. 따라서 표면에 형성된 Potential Voltage는 변화하게 된다. a-Se의 물리적인 성질은 Table 1. [5]에서 나타내고 있다.

Table 1. Physical properties of a-Se

Atomic Number	Density (g · cm ⁻³)	Dielectric Constant	Resistivity at 20°C (Ω cm)	Thermal Conductivity at 20°C (Wcm ⁻¹ K ⁻¹)	Optical band gap (eV)
34	4.25	63	10 ¹³ -10 ¹⁶	2×10 ⁻³	2.4

Photoresponse 'edge' (A)	K-absorption edge (KeV)	Mobilities of charge carriers (cm ² s ⁻¹ V ⁻¹)	
		Holes	Electrons
4600	12.7	0.14	5×10 ⁻³

실험에 사용된 a-Se는 알루미늄의 drum에 50μm의 두께로 도포된 것을 사용하였다. drum의 지름은 8cm 이고 길이는 30cm 이다. Arc 방전 전압은 4.5kV로 하였다. 실험 장치는 Fig 1. 과 같이 구성하고 관전류를 100mA, 조사시간을 0.2 sec,로 일정히 하고 X-선 tube의 거리는 50cm로 고정후 관전압을 40, 50, 60, 70 kVp 로 변화하였고 X선을 각 단계별로 10회 조사하여 data를 평균하였다. 실험에서 X선 조사후 얻어지는 a-Se의 Potential

Voltage의 변화는 AXIOM사의 AX 5412 board를 이용하여 측정하였다. X-선을 조사하지 않은 상태의 Potential Voltage는 6.5V로 측정되었다. data sample은 12bit 로 digitization 하였으며 sampling rate는 1000 Hz로 하였다.

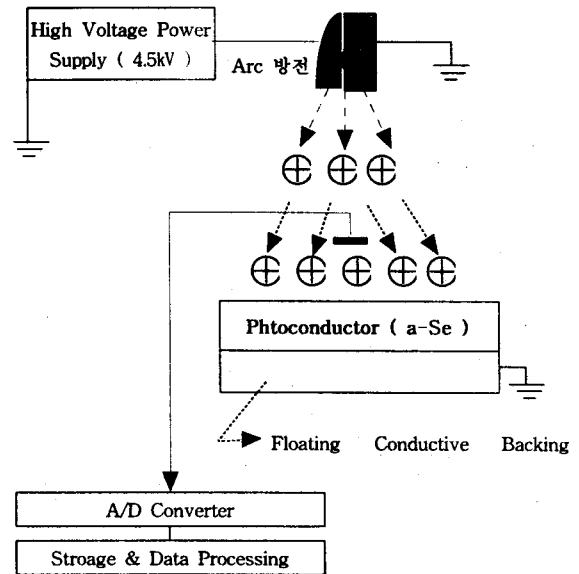


Fig 1. a-Se 표면전위 검출 Simplified Diagram

Fig 1.에서 보는 Arc 방전을 통하여 a-Se의 표면에는 양전하가 균일하게 분포하게 된다. 이런 양전하의 Potential Voltage는 X-선이 조사되어짐과 동시에 a-Se의 광도전이 활성화됨으로 인해서 감소를 일으킨다. 따라서 a-Se의 표면에 Potential Voltage가 형성이 된후 X-선이 가하면 X-선의 에너지를 흡수한 a-Se의 표면의 potential Voltage는 감소하게 되고 이러한 감소를 A/D Converter를 통해 얻을 수가 있다. 본 실험에서 X-선의 관전압인 kVp만을 변화하여 a-Se의 표면에 형성된 Potential Voltage를 측정하였다. Fig 2.는 실험으로 측정한 Potentil Voltage의 변화 파형으로 70 kVp 일 때 측정한 것이다. Fig 2.에서 보는 바와 같이 측정되어진 Potential Voltge값은 Peak 점을 가지게 된다. 이 Peak는 각각의 kVp에 대한 Potential Voltage의 변화에서 최소의 값을 가지게 된다. 이는 X-선의 시준이 a-Se의 표면에 최대의 선량이 도달된 지점으로 볼수 있다. 따라서 본 실험에서 kVp에 대한 반응의 정도를 표면의

Potential Voltage가 최소화된 Peak 지점의 값으로 하였다.

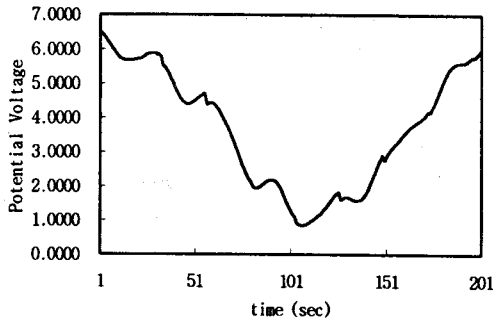


Fig 2. 70 kVp 일때의 Potential Voltage의 변화

결 과

kVp의 변화는 임상에 사용되는 방사선의 투과력과 관계가 있다. 본 실험에서는 이러한 kVp 정도가 a-Se의 표면에서의 Potential voltage의 변화로 나타나게 된다. 이와 같이 주어진 각각의 X-선의 조사에 따른 이러한 Potential Voltage의 변화를 Fig 3.에서 보이고 있다.

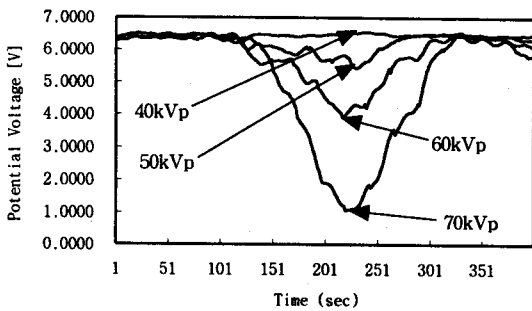


Fig 3. kVp에 대한 Potential Voltage의 비교

Fig 3.에서 보는 것과 같이 조사되어 지는 kVp가 높을수록 a-Se의 Potential Voltage의 감소는 크다. Fig 3.에서 전위가 70kVp 일 때 가장 높은 peak를 가진다. 이것은 이때에 가장 많은 Potential Voltage의 감소를 가졌다는 것을 의미한다. 각각의

kVp 대해 측정된 10회의 Peak Potential voltage를 평균한 값에서 Potential Voltage의 감소치를 계산하여 Fig 4. 에 그래프로 나타내었다.

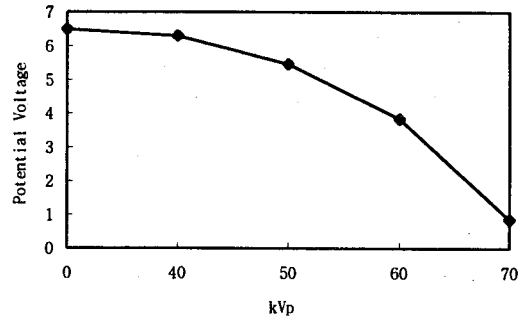


Fig 4. kVp변화에 따른 Potential Voltage 감소치

Fig 4.에서 보는 바와 같이 kVp가 증가할수록 a-Se의 표면 Potential Voltage 감소치는 40kVp, 50kVp, 60kVp, 70kVp, 일 때 각각 0.2 [V], 1.04 [V], 2.65 [V], 5.65 [V] 증가한다. 이러한 결과는 a-Se의 광도전특성을 이용하여 kVp의 변화를 검출 할수 있다는 것을 보여준다.

결 론

a-Se의 광도전특성을 이용하여 6.3 [V]로 대전된 a-Se의 표면에 kVp를 40kVp, 50kVp, 60kVp, 70kVp 로 조사 했을 때 각각의 potential Voltage의 감소는 0.2 [V], 1.04[V], 2.65 [V], 5.65 [V]로 분석되었으며 이러한 a-Se의 광도전특성은 kVp Meter 설계에 적용될수 있음을 본 연구에서 보이고 있다. 또한 본 연구에 첨부하여 관전류 mA에 대하여 a-Se의 광도전특성을 적용한다면 방사선측정기의 설계 또한 가능할 것으로 예상된다.

참 고 문 헌

[1] 宋在寬 : 放射線技術科學, 學文社 15-29, 1987
 [2] 景광현 : 진단용 X-선 장치에 있어서 성능측정의실험, 대한방사선기술학회지, 8(1) : 87 - 105,

Amorphous Selenium의 광도전특성을 이용한 의료용 X-선의 kVp변화에 따른 선량 측정 분석

1985

[3] R. Fahrig, J. A. Rowlands, and M. J. Yaffe,
" X-ray Imaging with Amorphous Selenium: Det
ective Quantum Efficiency of Photoconductice Re
ceptors for Digital Mammography", Med. Phy., 2
2, 1982, 79-94

[4] W. Que, and J. A. Rowlands, "X-ray Imaging
Using Amorphous Selenium: Inherent Spatial Res
olution", Med. Phy., 22, 1995,

[5] J. W. Boag, "Xeroradiography", Phys. Med.
Biol, 18, 1973, 3-37